

431/10

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55-92804

⑬ Int. Cl.³
F 23 C 11/00

識別記号
1 0 3

庁内整理番号
2124-3K

⑭ 公開 昭和55年(1980)7月14日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮ 二段燃焼バーナにおける燃焼方法

9

⑯ 特 願 昭53-165332

⑰ 出 願 昭53(1978)12月30日

⑱ 発 明 者 中村雅知

愛知県宝飯郡小坂井町大字小坂
井字大塚64の1

⑲ 発 明 者 金藤紘一郎

四日市市あかつき台1-3-10

⑳ 発 明 者 水野健二

東海市加木屋町北鹿持40の20

㉑ 発 明 者 五島稔

各務原市前渡西町1170

㉒ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社

名古屋市南区星崎町字繰出66番
地

㉓ 代 理 人 弁理士 中島三千雄 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

二段燃焼バーナにおける燃焼方法

2. 特許請求の範囲

燃料を一次空気にて還元燃焼せしめ、ついで二次空気を吹き込んで未燃分を完全燃焼させる型式の二段燃焼バーナにおいて、下式：

$$\text{一次空気比 (m)} = \frac{\text{一次空気量}}{\text{一次空気量} + \text{二次空気量}}$$

にて示される一次空気比 (m) を燃焼量の低下につれて増加させることを特徴とする燃焼方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は二段燃焼バーナにおける燃焼方法に係り、特に燃焼ガス中に生成する NO_x (窒素酸化物) 量を低減せしめ得るバーナとして開発されてきた二段燃焼バーナにおいて、その定格燃焼よりターンドア (turn down ; バーナの燃焼量を下げること) として燃焼させた時に惹起される煤じんの発生を効果的に抑制し、以て NO_x 量を低減させつつターンドア性を広げ得る方法を提供

するものである。

近年、バーナ等の燃焼装置から発生する NO_x の抑制は、環境保全の面などから大きな社会問題の一つとなっており、従来より種々その対策が検討され、その一つの方策として、石油、天然ガス等の流動性燃料を二段階にて燃焼せしめる型式のバーナが考えられている。一般に、このような型式のバーナは、先ず燃料に空気 (一次) を供給して理論空気量以下の空気比でかかる燃料を燃焼せしめ (還元燃焼)、ついで生成する一次燃焼火炎に対して不足する燃焼用空気 (二次空気) を付加的に供給して二次燃焼を行なわせ未燃分の完全燃焼を図るものであり、これによつて燃焼域での酸素濃度の高い領域の減少を図ると共に、熱の放散を良くし、また燃焼温度を下げ、以て燃焼ガス中の NO_x の生成量を低減しようとするものである。

また、本発明者らは、かかる NO_x 低減化の他の方策として考えられている燃焼ガス自己再循環式バーナ、即ち高温の燃焼ガスを燃焼室から燃料噴射ノズルの噴射口周辺に還流せしめて、該ノズル

から噴射される燃料の改質を促進させる型式のノズルについて種々改良を図り、その低NO_x化性能を高め得る構造について先に多数の出願を行なっているが、その中の一つである特開昭52-121165号に提案したバーナは、かかる燃焼ガス自己再循環式バーナにて前記二段燃焼を可能とした構造、具体的には燃料噴射ノズルから噴射される燃料と該燃料噴射ノズルの近傍に位置する第一の空気供給ノズルから噴出される燃焼用空気（一次空気）とを混合せしめる混合室の前方に、更に燃焼用空気（二次空気）を噴出せしめる第二の空気供給ノズルを設けた構造を提供するものであつて、これによりサーマルNOと共にフュエルNOの発生をも効果的に抑制せしめ、以てNO_xの発生量を著しく低減することを可能にしたのである。

しかしながら、このようなバーナの二段燃焼にあつては、一般的にその低NO_x化の原理から、即ち可及的に少量の酸素によつて、しかも可及的に速やかに燃焼せしめようとするところから、燃焼性が悪い場合があり、特にターンドダウン時に

-3-

て煤じんを発生せしめる問題を惹起するのであつて、それ故にかかる二段燃焼バーナはターンドダウン時の狭い領域でしか使用され得ず、その利用分野に制限を受けていたのである。しかして、このターンドダウン時の狭い問題は、低NO_x性能を維持しつつ二段燃焼を行なおうとするバーナにとつて、従来より解決が困難なものとされ、今日までその有効な解決策は何等見い出されていないのである。

かかる状況下、本発明者らは、上述した如き二段燃焼バーナについて数々の燃焼試験を繰り返しているうちに下式：

$$\text{一次空気比}(m) = \frac{\text{一次空気量}}{\text{一次空気量} + \text{二次空気量}}$$

にて示される一次空気比(m)とNO_x値或は煤じん量との間に興味ある知見を得たのである。

すなわち、先ずNO_x値と一次空気比との関係は、定格燃焼時（燃焼量100%）において第1図の如くであり、一次空気比の増加と共にNO_xは或程度減少し、そしてその最低値（このときmは一般に0.8～0.5程度である）を過ぎると、一次空気

-4-

比の増加につれてNO_xは増加するのである。従つて、定格燃焼時にあつては、一次空気比がNO_x最低値付近（一般的にm=0.8～0.5）に位置する状態で燃焼せしめることが望ましいことが判つた。

また、定格燃焼からターンドダウンして例えば20%の燃焼量としたときには、第2図に示される如く、一次空気比の低下によつて煤じん量は増大するのである。そして、かかる傾向は定格燃焼から漸次燃焼量を低下せしめる場合にそれぞれ認められ、それ故低NO_x性能を維持しつつ煤じんの発生を少なくするには、第3図に示されるように、燃焼量の低下につれて、一次空気量^(A)よりも二次空気量^(B)の減少の割合を大きくする、換言すれば一次空気比を増加せしめる必要があるのである。

本発明は、かかる知見に基づいて完成されたものであつて、その特徴とするところは、燃料を一次空気にて還元燃焼せしめ、ついで二次空気を吹き込んで未燃分を完全燃焼させる型式の二段燃焼バーナにおいて、前記一次空気比を燃焼量の低下につれて増加せしめることにより、ターンドダウン

-5-

時における煤じんの発生を抑制し、以てNO_x量を低減させつつターンドダウン時を広く得るようにしたことにある。

以下、図面に基づいて本発明を更に詳述する。

第4図は、本発明方法が好適に適用される二段燃焼機構を有する燃焼ガス自己再循環式バーナの一例を示すものであつて、図中、1は底板1aを有する有底円筒状のバーナ本体であり、該バーナ本体1の底板1a中心部を貫通して該本体1の開口端に向けて燃料噴射口2を有する燃料噴射ノズル3が設けられている。燃焼9に取付けられたバーナ本体1の背部を取り囲んでウインドボックス4が設けられており、そして該ウインドボックス4は仕切板12によつて一次空気室4aと二次空気室4bに仕切られている。なお、これら空気室4a、4bはそれぞれの制御された燃焼用空気を受け入れるために一次空気回路及び二次空気回路にそれぞれ接続されている（図示せず）。燃焼用一次空気は該ウインドボックス4内の一次空気室4aから複数の第一の空気供給ノズル5a、5b

-6-

を通じて混合室6へ噴出される。このような第一の空気供給ノズル5a, 5bは、本体1の底板1aを貫通し、その開口部(噴出口)が前記燃料噴射ノズル8の前方に位置するように、しかも噴射された燃料流に対して所定の角度を為して燃焼用空気が噴入されるように、該燃料噴射ノズル8の周囲に複数個(例えば6個)配置されている。燃料と一次空気とを混合せしめる円筒状混合室6は、外周に軸線方向の溝を有する円筒状インジェクタ・タイル7をバーナ本体1内に該本体底部空間(燃料噴射空間部)を形成すべく同心的に配設することによって形成され、また該混合室6の前方空間が燃焼室8となる。なお、ここでは、バーナ本体1の開口端が燃焼室9内壁面に略一致するように取付けられているので、該燃焼室8は炉内となる。また、該インジェクタ・タイル7の外周に設けられた溝とバーナ本体1の内周面とによって燃焼ガスの運流路(再循環路)10が形成され、燃焼室8の高温の燃焼ガスは該運流路10を通つて本体底部空間に至り、そこで(燃料噴射口2から)噴

射される燃料と混合され、該燃料を改質せしめることとなる。一方、ウインドボックス4内の二次空気室4bに導びかれた二次空気は、燃焼室9を貫通して炉内に開口する第二の空気供給ノズル(通路)11a, 11bによつて、炉内の燃焼室8に噴出せしめられるように構成されているのである。

従つて、かかる構成のバーナにあつては、先ず燃料噴射ノズル8から噴射された燃料は第一空気供給ノズル5a, 5bから噴出する一次空気と混合されて(燃料はまた運流路10を通じて運流せしめられる燃焼ガスにて改質されることとなる)低空気比(1)下で還元燃焼せしめられ、そして未燃分は次に第二空気供給ノズル11a, 11bから吹き込まれる二次空気によつて完全燃焼せしめられるのであり、以てこのような漸次燃焼が火災温度の上昇を防げ、また還元燃焼によつて燃料中の有機窒素のNOへの酸化が防げられ、NOxの発生の抑制に大いに効果的に作用することとなるのである。

本発明は、かくの如き二段燃焼バーナにおいて、

-7-

-8-

その優れた低NOx性能を確保しつつターンドウン時の煤じんの発生を抑制するために、燃焼量の低下につれて一次空気比を増加せしめようとするものであり、その優れた効果は次の実験例によく示されている。

すなわち、本実験例においてバーナとしては第4図に示す如き燃焼ガス自己再循環式バーナが使用され、また燃料として液化石油ガス(LPG)が用いられ、下記処方に従つて燃焼せしめられた。そして、その結果が併せ示されている。

	底1	底2	底8
燃焼量(万Kcal/hr)	100	20	20
一次空気比(m)	0.45	0.45	0.7
TOTAL 空気比(1)	1.05	1.05	1.05
炉温(°C)	1850	1160	1160
NOx(O ₂ 11%換算)ppm	40	80	35
バーカラック数※	\$0	\$8	\$2

※:煤じん量を示す指数で、数値が大なる程

煤じん発生量が大なることを示す。

かかる結果より明らかなように、底1の定格燃

焼実験時には一次空気比0.45にて煤じんの発生は何等認められなかつたが、これよりターンドウンして燃焼量を20%に絞つた底2の実験にあつては(一次空気比は0.45のまま)煤じんが著しく発生するのである。しかるに、本発明に従つて、これを一次空気比が0.7となるように空気量をセツトした底8の実験においては、煤じんの発生を殆んど無くすることが出来たのであり、またその際のNOxの発生量も低く維持し得たのである。従つて、これにより、本発明に従えばターンドウンしても煤じんの発生が抑制され得、それ故ターンドウン巾が広げられ得ることは明らかである。

このように、本発明は燃焼量の低下につれて一次空気比を増加せしめるものであるが、その具体的な増加手法としては公知の種々なる手法を採用し得るものであつて、例えば第5図及び第6図に示すもの等を挙げることが出来る。

第5図においては、先ず炉内の温度が熱電対21にて測定され、これに基づいて温度調節計22を介して所定の炉温に維持されるように流量調節計

-9-

-10-

23、流量計24及び調節弁25によつて燃料回路26を通じて二段燃焼バーナ27に供給される燃料が制御されるようになつてゐる。流量計24からの信号は流量調節計23に入力せしめられる一方、一次空気回路28a及び二次空気回路28bのそれぞれの空気供給量を制御するために、第一関数変換器29a及び第二関数変換器29bにそれぞれ入力される。なお、一次空気回路28a及び二次空気回路28bにはブロウ80によつて燃焼用空気が送られている。各関数変換器29a、29bにおいては、流量計24から入力される信号(燃料供給量;燃焼量に対応)に基づき、所定の一次空気比を与えるべく各空気回路28a、28bにおける空気供給量がそれぞれ設定され、そしてそれらの信号が流量調節計81a及び81bに入力せしめられることによつて、流量計82a、82bからの流量信号と対比しつつ調節弁83a、83bが所望の作動を為し、以て一次空気回路28aと二次空気回路28bを通じてバーナ27に供給される燃焼用空気が所定の一次空気比とな

-11-

設定され、その出力信号によつて駆動機構86をを駆動せしめてバーナ85内に配置された制御板87を移動させ、以て所定の一次空気比に制御されるようになつてゐる。即ち、駆動機構86にて左右に(図において)移動せしめられる制御板87によつて、一次空気供給口88の開度が制御され、以てそこに流れ込む一次空気量と二次空気供給路89に導かれる二次空気量との割合、換言すれば一次空気比が所定の値に調節されることとなるのである。

以上、二、三の具体例に基づいて本発明を詳述したが、本発明はこれらの例示によつて何等の制限を受けるものではなく、当業者の知識に基づいて種々なる変更、改良等を加え得るものである。なお、本発明は特に上例の如き二段燃焼機構を有する燃焼ガス自己循環式バーナに好適に適用されるものであり、そして該バーナの他の具体例としては本発明者らの出願に係る特願昭52-121165号に例示されたものや、第7図の如く一次空気ノズル5'内に燃料ノズル8'を同軸的に配し

-18-

るよう制御されるのである。

また、第6図は、第5図とはバーナの構造が異なり、第5図のバーナの如く一次空気回路28aと二次空気回路28bが独立して設けられているものではなく、一つの空気回路28にて燃焼用空気がバーナ内に導かれ、該バーナ内にて一次空気と二次空気に分割される型式のバーナに対する制御例を示している。第5図に示す例と同様な部分には同一の番号を附して説明を省略することとして、異なる部分についてのみ説明するならば、流量計24からの信号は流量調節計28に入力せしめられる一方、比率設定器84並びに関数変換器29にもそれぞれ入力される。そして、かかる入力信号(燃料供給量;燃焼量に対応)に基づき、該比率設定器84においては、所望の全空気比(1)が設定され、その出力信号により流量調節計81、流量計82及び調節弁83によつてブロウ80から空気回路28を通じてバーナ85に供給される燃焼用空気量が制御されるのであり、また関数変換器29においては、所定の一次空気比が

-12-

たものや、またこれとは逆に燃料ノズル8'内に一次空気ノズル5'を同軸的に配したものなどがあるが、更に本発明の適用されるバーナは、特開昭52-26024号公報などに記載されている他のタイプの二段燃焼方式のバーナであつても何等差支えない。

以上詳述したように、本発明は、二段燃焼型式のバーナにおいて、一次空気比(m)を燃焼量の低下につれて増加せしめることによつて、ターンダウン時における煤じんの発生を抑制し、NOx量を低減させつつ従来より困難とされていたターンダウン巾を広げ得ることにしたことにあり、以て二段燃焼バーナの利用分野を大きく拡大し得たところに大きな工業的意義を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は定格燃焼時における一次空気比とNOx値との関係を示すグラフ、第2図は燃焼量20%時における一次空気と煤じん量との関係を示すグラフ、第3図は燃焼量に対する一次空気量(A)、二次空気量(B)の関係を示すグラフ、第4図は

-14-

431/10

特開 昭55-92804(5)

二段燃焼機構を有する燃焼ガス自己再循環式バーナの一例を示す縦断面図、第5図は一次空気比の制御の一例を示すブロック線図、第6図は一次空気比の制御の他の一例を示すブロック線図、第7図は二段燃焼機構を有する燃焼ガス自己再循環式バーナの他の例を示す縦断面図である。

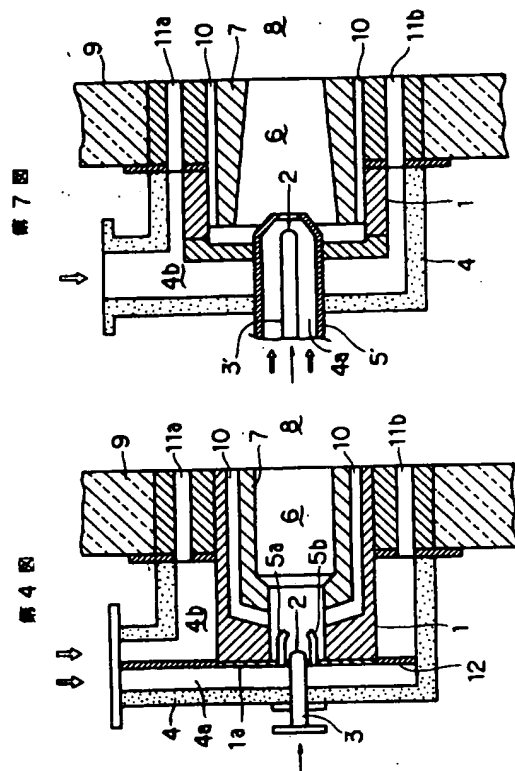
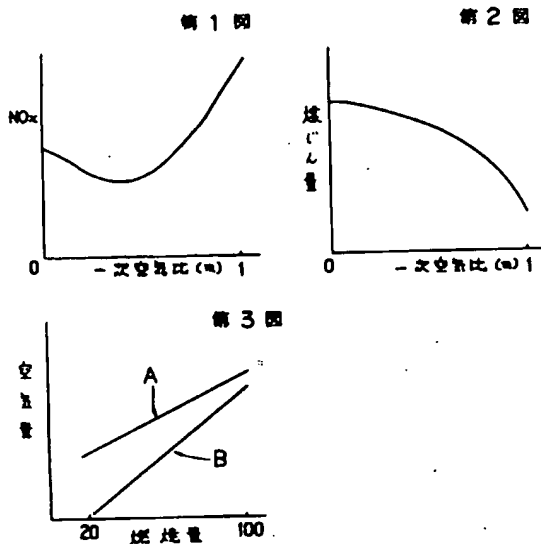
- 1:バーナ本体 3, 3':燃料噴射ノズル
4:ウインドボックス 4a:一次空気室
4b:二次空気室 5, 5a, 5b:第一空気供給ノズル 6:混合室
7:インジェクタ・タイル 8:燃焼室
9:炉殻 10:還流路
11a, 11b:第二空気供給ノズル
12:仕切板
21:熱電対 22:温度調節計
23, 81, 81a, 81b:流量調節計
24, 82, 82a, 82b:流量計
25, 88, 83a, 88b:調節弁
26:燃料回路 27, 35:バーナ
28:空気回路 28a:一次空気回路

- 28b:二次空気回路 80:プロワ
29, 29a, 29b:開数変換器
84:比率設定器 86:駆動機構
87:制御板 88:一次空気供給口
89:二次空気供給路

出願人 大同特殊鋼株式会社
代理人 弁理士 中島三千雄
同 弁理士 神戸典和

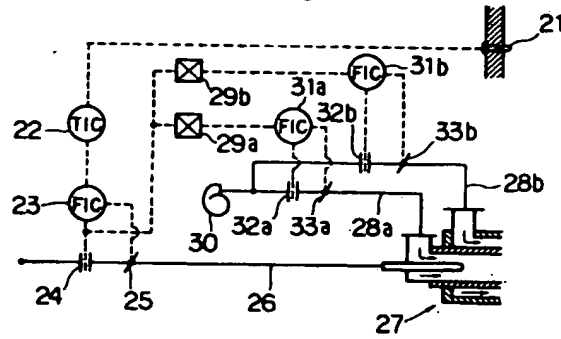
-16-

-16-

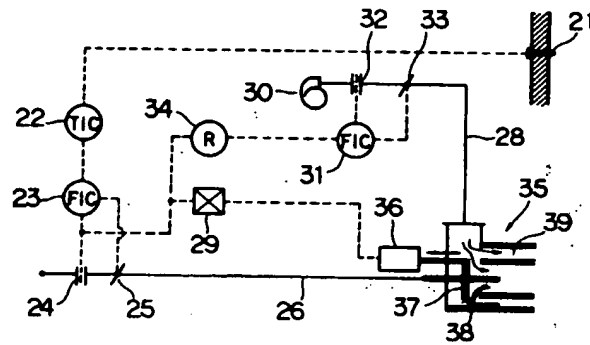


-27-

第 5 図



第 6 図



CLIPPEDIMAGE= JP355092804A

PAT-NO: JP355092804A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 55092804 A

TITLE: METHOD OF BURNING AT TWO-STAGE COMBUSTION BURNER

PUBN-DATE: July 14, 1980

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAMURA, MASATOMO

KANEFUJI, KOICHIRO

MIZUNO, KENJI

GOSHIMA, MINORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

DAIDO STEEL CO LTD

N/A

APPL-NO: JP53165332

APPL-DATE: December 30, 1978

INT-CL (IPC): F23C011/00

US-CL-CURRENT: 431/188

ABSTRACT:

PURPOSE: To restrict occurrence of soot when throttling a two-stage combustion burner and reduce the quantity of NOX in the exhaust gas by increasing a ratio of primary air to primary plus secondary airs as the fuel combustion amount is decreased.

CONSTITUTION: A temperature in a furnace is measured by a thermocouple 21. The output from the thermocouple 21 is applied through a thermostatic control meter 22 to a flowrate control meter 23, a flow meter 24 and a control valve 25 to thus control fuel supplied to a two-stage combustion burner 27 through a fuel circuit 26. The output from the flow meter 24 is applied to function converters 29a, 29b in primary and secondary air circuits 28a, 28b, respectively. Air supply amount signals from the converters 29a, 29b are applied to flowrate control meters 31a, 31b, respectively, which thereupon compares the signals with flowrate signals from flow meters 32a, 32b to thus drive control valves 33a, 33b, respectively. In this case the air supplied through the circuits 28a, 28b to the burner 27 is so controlled that a ratio of primary air to primary plus secondary airs increases as the fuel combustion amount is decreased.